



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05266150 A**(43) Date of publication of application: **15.10.93**

(51) Int. Cl.

**G06F 15/60**  
**G06F 15/20**
(21) Application number: **04091899**(22) Date of filing: **17.03.92**(71) Applicant: **HITACHI LTD HITACHI ENG CO LTD**(72) Inventor: **HASHIMOTO YUKIO  
YAMAGATA AKIRA**(54) **METHOD FOR DISPLAYING RESTRICTION  
CONDITION OF STRUCTURE MODEL**

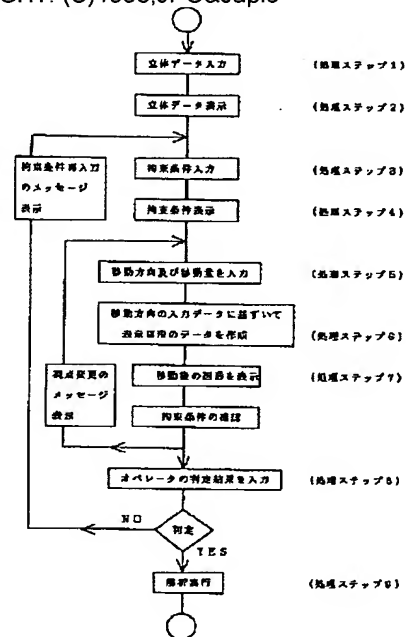
(57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide the restriction condition display method for the structure model which enables the restriction conditions of a three-dimensional structure using numerical simulation to be confirmed easily and visually.

**CONSTITUTION:** This method consists of an input step 1 wherein the structure model consisting of shape data and restriction condition data is inputted when a physical phenomenon is analyzed by using a computer, a shape display step 2 wherein the shape and restriction shape are displayed with symbols or colors by using the inputted structure model, an input step 3 wherein the movement and rotation of the displayed structure model are indicated, an arithmetic step 4 wherein display figure data corresponding to the restriction condition data of the structure model are generated according to input data on the movement and rotation indication, and an image display step 7 wherein the data generated in the arithmetic step 4 are successively displayed on a display device. For the image display, a restriction point is fixed after displacement or angular

displacement and other points which are not fixed are successively mode and rotated.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japio





Part translation of Japanese patent application

Publication No: H05-266150-A (Publication date: Oct. 15, 1993)  
Application No: H04-91899 (Application date: Mar. 17, 1992)  
Applicants: Hitachi Ltd. and Hitachi Engineering Co., Ltd.  
Title: Method for Visualizing Restriction Conditions Associated with Structural-object Model

[0006]

**[Embodiments of invention]** A preferred embodiment of the present invention is presented in the following. Shown in Fig.1 is a restriction-conditions-visualizing apparatus, which represents this embodiment and is employed for visualizing restriction-conditions associated with a structural-object model. The restriction-conditions-visualizing apparatus 1 shown in Fig.1 is an apparatus used for assisting a process performed using a numerical simulation technology for displaying restriction conditions. And a structural-object model stored in an external storage unit 6 is displayed on a display unit 2 (a graphic display device) in response to an input, made via an operator device 5 (such as a mouse, stick, writing-pen, keyboard and the like), instructing to display it by involving en route an operation-processing unit 4 (such as a computer) and a graphics-display controlling unit 3. The structural-object model thus displayed can be relocated or rotated by inputting a requisite instruction from the operator device 5. The structural-object model, here, represents a one-, two- or three-dimensional object such as a beam, shell or solid. The present embodiment is described by assuming that it deals with a three-dimensional structural-object model.

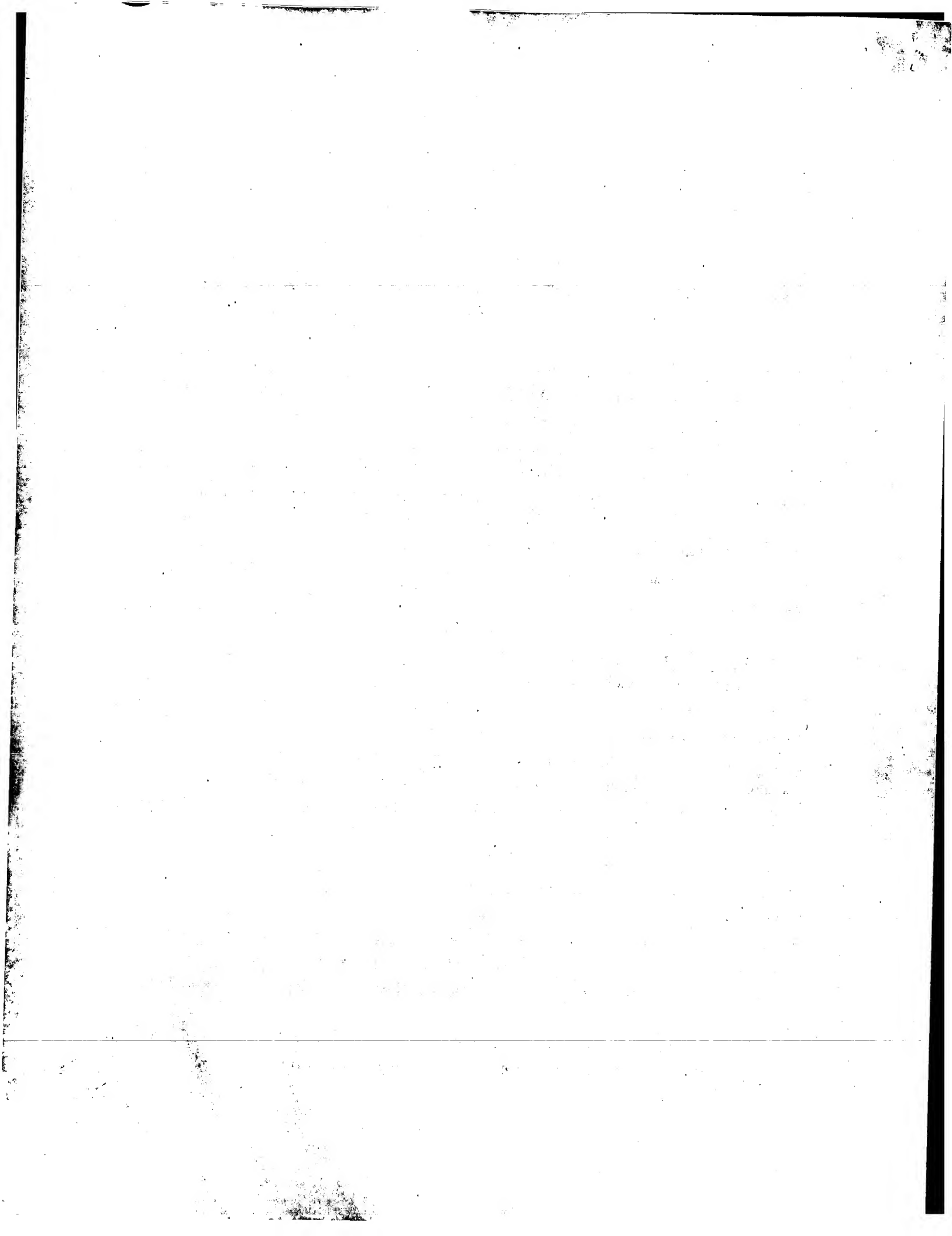
[0007] Processing steps constituting an analysis job are shown in Fig.2.

<< Processing step 1 >> Firstly, a set of three-dimensional data comprising a certain data set and a coordinate-grid data set is stored in an external storage unit 6 by input it via an operator device 5.

<< Processing step 2 >> Secondly, the set of the three-dimensional data is retrieved from the external storage unit 6 and is displayed on a display unit 2 in a manner in which the set of the three-dimensional data is passed through an operation-processing unit 4 and a graphic-display controlling unit 3. A displayed view thus produced is shown in Fig.3. The drawing in Fig.3 demonstrates the shape and the coordinate-grid pattern presentation of an analyzed subject.

<< Processing step 3 >> An analysis operator specifies restricting areas by picking coordinate-grid crossings shown on a displayed structural-object model using a mouse or the like, which is one form of the operator device 5 and further makes an input to specify which of XYZ directions the specified areas are to be restricted.

<< Processing step 4 >> The restriction conditions thus input are submitted for a calculation process performed by the operation-processing unit 4 and the result of the calculation is stored in the



external storage unit 6. A set of three-dimensional data to which associated is a thus prepared set of the restriction conditions is retrieved from the external storage unit 6 and displayed on the display unit 2. The coordinate-grid crossings assigned with sets of restriction conditions are indicated by marks attached (or by different colors given) to them. A displayed view thus produced is shown in Fig.4. In the case of the drawing shown in Fig.4, coordinate-grid crossings are provided with marks indicating associated restriction conditions. Numeral 1 representing one of these marks is assumed to imply a restriction condition in respect of X direction, in which case the crossing cannot be moved in X direction. Similarly, numeral 2 is assumed to relate with a Y direction restriction condition and numeral 3 is assumed to relate with a Z direction condition. Further to these implications, numeral series 12 implies a restriction in both X and Y directions and numeral series 123 implies a restriction in all X, Y and Z directions.

<< Processing step 5 >> Following above steps is a step in which the displacing direction and displacing distance of the three-dimensional data set are input via the operator device 5.

<< Processing step 6 >> The operation-processing unit 4 generates, basing on thus input data specifying displacing direction and displacing distance, a data set for a correspondingly displaced display-view. Further detail on Processing step 6 is provided below using the diagram in Fig.8.

[0008] Fig.8 is concerned with a method of converting a data set in association with the present invention method of visualizing restriction conditions relating to a structural-object model. First, calculations are performed using the displacing direction and displacing distance specified by the input in step 5 (Processing step 10). Next, coordinate-grid crossings are compared with restriction conditions input in step 3 (Processing step 11). Coordinate-grid crossings found associated with the restriction conditions on performing the comparison in step 11 are not submitted to a displacing distance addition step (Processing step 12). Coordinate-grid crossings not associated with the restriction conditions are submitted to a step in which the amounts derived in step 10 are added to for obtaining coordinate values representing positions after the displacement (Processing step 13). A set of data for a display view representing one after the displacement is thus generated by Processing step 13.

[0009] << Processing step 7 >> The data set for a display view representing a situation after the displacement is sent out to the graphic-display controlling unit 3. The graphic-display controlling unit 3 causes the display unit 2 to display a graphic data set representing the situation after the displacement. Illustrated in Fig.5 is a three-dimensional structural-object of which the entire body except for coordinate-grid crossings to which restriction conditions are assigned (each being indicated by a dot mark "•") has been moved leftwards (in Y direction) and resultantly the object being elongated in its direction. In this drawing, one can visually inspect these points indicated by dots "•" are restricted against any displacement in Y direction. On the other hand, illustrated in Fig.6 is a three-dimensional structural-object of which the entire body except for a coordinate-grid



crossing (indicated by a dot “•”) associated with a restriction condition is moved in the upward direction (in Z direction). Illustrated in Fig.7 is a three-dimensional structural-object of which the entire body except for a coordinate-grid crossing (indicated by a dot “•”) associated with a restriction condition is moved in the downward direction (in -Z direction). In this manner of presentation, it becomes possible to visually inspect restriction statuses imposed on a three-dimensional structural-object. The operator inspects statuses of imposed restrictions by repeating steps 5 – 7 in various directions.

<< Processing step 8 >> In a case in which a subject structural-object has a complicated shape, the operator changes the view point and displacement direction associated with generation of a display view of a graphical data set for inspecting visually all the imposed restriction conditions. And the operator completes inputs of all the inspection results. If the inspection reveals any error associated with a restriction condition input, the process needs to be repeated from step 3 to re-input restriction conditions. By repeating steps 3 – 8 in this manner, it is possible to amend restriction condition entries and to have all the restriction conditions incorporated into a generated structural-object model to be optimum.

<< Processing step 9 >> After all the restriction conditions are inspected visually and judged optimum in step 8, an analysis step is commenced.

[0010] Described above are processes of changing the viewpoint and displacement direction associated with a three-dimensional structural-substance displayed on a screen while observing restriction conditions imposed on coordinate-grid crossings or, in other words, while holding these coordinate-grid crossings unmoved. Similarly, it is also possible to change the rotation direction of the three-dimensional structural-object while imposing a restriction condition on coordinate-grid crossings to disallow any rotational move, in other words, to hinder any angular movement. It becomes possible, then, to visually inspect all the associated restriction conditions in a view in which the object moves in a rotating mode (the object is displayed in an animation mode).







(2)

特開平5-266150

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 計算機を用いて物理現象を解析するにあたって、形状データ及び拘束条件データからなる構造物モデルを入力する入力ステップと、入力された構造物モデルを用いてその形状及び拘束状態を記号または色により表示する形状表示ステップと、表示された構造物モデルに移動、回転を指示する入力ステップと、移動、回転指示の入力データに基づいて、構造物モデルの拘束条件データに応じた表示図形データを生成する演算ステップと、演算ステップにより生成されたデータを連続して表示装置に表示する画像表示ステップとからなり、画像表示において、拘束点を変位固定、角変位固定し、固定しない他の点を連続して移動、回転することとを特徴とする構造物モデルの拘束条件表示方法。

【請求項2】 請求項1において、演算ステップは、移動、回転指示の入力データに基づいて、移動、回転方向と移動量、回転量を計算するステップと、座標格子点と入力指示した拘束条件を照合するステップと、拘束条件を付加した座標格子点には移動量、回転量を加えず、拘束条件が無い座標格子点には前記計算した移動量、回転量を加え、移動、回転後の座標を計算するステップとからなることを特徴とする構造物モデルの拘束条件表示方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、構造物モデルの拘束条件表示方法に係り、特に、三次元の数値解析用の拘束条件データの入力状態を視覚的に確認する構造物モデルの拘束条件表示方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 構造解析、流体解析、電磁場解析などの分野では、有限要素法や差分法、境界要素法などを用いた汎用の数値解析コードが作成され、精度の高い解析が可能となってきた。有限要素法の機械系CAE用のプリプロセッサを例にとると、グラフィックディスプレイを対話形式に用いて解析対象物の幾何学的形状を計算機中に構築し、座標格子の生成、解析上の拘束条件データ、物性データ等を入力する。従来の方法では、グラフィックディスプレイ上には、解析領域そのものを表示し、その表示図形をマウス等でピクすることにより、拘束条件を付加する領域を指定し、拘束条件のデータを入力し、その拘束状態を、記号や色付けにより表示している。限られた計算機の記憶容量を用い、計算時間内に満足できる解を得るには、構造物モデルに解析上の拘束条件（滑り拘束と固定拘束）をXYZ各方向について指定し、構造物モデルの解析が物理的な現象（例えば、伸び、曲がり、応力集中等）に沿った拘束条件の入力が必要であり、このような拘束条件の指定をプリプロセッサとの間で対話的に行う。

## 【0003】

2

【発明が解決しようとする課題】 従来の方法では、構造物モデルが複雑な形状をしていて、拘束条件を指定した座標格子点の記号（又は色）が表示画面上で重なり、構造物モデルの拘束状態を理解することが難しい場合（図4）がある。図4の構造物モデルにおいて、例えば、丸印の拘束点1と2は重なって、視覚的に識別が困難である。構造物モデルが複雑な形状をしている場合、構造物モデルを回転させ、いろいろな角度から見て、拘束条件の記号（又は、色）を確認していたが、拘束条件（例えば、滑り拘束や固定拘束）の入力状態の確認が困難なため、拘束条件の入力誤りに気付かず、生成した構造物モデルの拘束条件が物理的な現象の解析に適切でなく、数値解析コードによるシミュレーション結果が満足な値にならないこともある。本発明の目的は、数値シミュレーションを用いる三次元構造物の拘束状態の確認を視覚的に容易とする構造物モデルの拘束条件表示方法を提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 上記目的は、形状データ及び拘束条件データからなる構造物モデルを組合せてグラフィックディスプレイ上に表示し、三次元構造物の形状データをグラフィックディスプレイ上において拘束点を固定し、固定しない他の点を連続して移動、回転表示（アニメーション表示）することによって、達成される。

## 【0005】

【作用】 拘束条件の入力状態を視覚的に確認するために、形状データを連続して移動、回転表示（アニメーション表示）するには、形状データの拘束された点を固定し、他の拘束されていない点は移動、回転を自由とする。三次元構造物モデルの座標格子点において、滑り拘束を指示した座標格子点は、指定された方向のみに動くことを許し、固定拘束を指示した座標格子点は、XYZいずれの方向にも動くことを許さない。この条件を保持したまま、グラフィックディスプレイ上に三次元構造物モデルの移動、回転を連続して行なうことにより、拘束された座標格子点と自由な座標格子点の間に形状の移動（伸び）、回転が生じて、三次元構造物モデルの拘束状態を視覚的に容易に確認できる。

## 【0006】

【実施例】 本発明の好適な実施例を以下に説明する。図1は、本実施例の構造物モデルの拘束条件表示装置を示す。図1において、構造物モデルの拘束条件表示装置1は、数値シミュレーションによる拘束条件表示を支援するものであり、外部記憶装置6へ記憶された構造物モデルは、操作盤5（例えば、マウス、スティック、ライトペン、キーボード等）からの表示入力指示に従って、演算処理装置4（例えば、電子計算機）と、画像表示制御装置3を介して表示装置2（グラフィックディスプレイ）に表示される。この表示された構造物モデルは、操

3

作盤5の指示に基づいて、移動、回転をすることができる。なお、構造物モデルは、梁、シェルまたは立体等の一次元、二次元または三次元の形状からなる。本実施例では立体形状の構造物モデルを例にして述べる。

【0007】図2に、解析作業の実行手順を示す。

《処理ステップ1》 まず、データ及び座標格子データからなる立体データを操作盤5より入力し、外部記憶装置6に格納する。

《処理ステップ2》 次に、立体データを外部記憶装置6より入力し、演算処理装置4と、画像表示制御装置3を介して表示装置2に表示する。その表示画面を図3に示す。図3は、解析対象物の形状及び座標格子図を示している。

《処理ステップ3》 解析作業者は、画面上の構造物モデルの座標格子点を操作盤5のマウス等によりピックアップして拘束領域を指定し、XYZいずれの方向に対して拘束するかを入力する。

《処理ステップ4》 入力された拘束条件は、演算処理装置4により計算し、外部記憶装置6に記憶される。この拘束条件を付した立体データを外部記憶装置6より入力し、表示装置2に表示する。拘束条件を付加した座標格子点にマーク（又は、色）をつける。その表示画面を図4に示す。図4は、座標格子点に拘束条件をマークした図を示す。マークした数字の1はX方向に対する拘束を示し、X軸方向には移動できないことを意味している。同様に数字の2はY方向、数字の3はZ方向に対する拘束を示している。また、数字の12はXとYの両方向に対する拘束を示し、数字の123はXYZいずれの方向にも拘束されていることを示す。

《処理ステップ5》 次に、操作盤5にて立体データの移動方向及び移動量を入力する。

《処理ステップ6》 演算処理装置4は、移動方向及び移動量の入力データに基づいて表示図形のデータを作成する。また、処理ステップ6の詳細な内容を図8により説明する。

【0008】図8は、本発明の構造物モデルの拘束条件表示方法のデータ変換方法を示す。まず、ステップ5において入力した移動方向と移動量を計算する（処理ステップ10）。次に、座標格子点とステップ3において入力した拘束条件を照合する（処理ステップ11）。ステップ11の照合において拘束条件を付加した座標格子点は、移動量を加えない（処理ステップ12）。拘束条件のついてない座標格子点は、ステップ10において計算した移動量を加え、移動後の座標を計算する（処理ステップ13）。処理ステップ13により、移動後の表示図形データが生成される。

【0009】《処理ステップ7》 移動後の表示図形データを、画像表示制御装置3に出力する。画像表示制御装置3は、この移動後の図形データを表示装置2に表示する。図5は、座標格子点の拘束条件（・印）を保持し

(3)

特開平5-266150

4

たまま、三次元構造物を左方向（Y方向）に移動した（伸ばした）場合の図を示している。これにより、・印点がY方向に拘束されていることを視覚的に確認することができる。また、図6は、座標格子点の拘束条件（・印）を保持したまま、三次元構造物を上方向（Z方向）に移動した場合の図を示している。図7は、座標格子点の拘束条件（・印）を保持したまま、三次元構造物を下方向（-Z方向）に移動した場合の図を示している。このようにして、三次元構造物の拘束状態を視覚的に確認できる。ステップ5～7を任意の方向に繰返し行い、拘束条件の入力状態を確認する。

《処理ステップ8》 また、構造物が複雑な形状をしている場合は、図形データを表示する視点及び移動方向を変えて、全ての拘束条件を目視により確認し、オペレータは判定結果を入力する。拘束条件に入力誤りがあれば、ステップ3に戻り再度、拘束条件を入力する。このようにステップ3～8を繰返し行うことにより、拘束条件の入力誤りを修正でき、生成した構造物モデルに適切な拘束条件を入力することができる。

《処理ステップ9》 ステップ8において全ての拘束条件を目視により確認し、拘束条件が適切と判断されたら、解析を実行する。

【0010】以上、画像表示において、座標格子点の拘束条件（・印）を保持したまま、つまり、変位固定して、三次元構造物の視点及び移動方向を変えることを述べたが、座標格子点の拘束条件を回転方向に対する固定、つまり、角変位固定して、三次元構造物の回転方向を変えることも、同様に可能であり、これにより、回転表示（アニメーション表示）して、全ての拘束条件を目視により確認することができる。

【0011】

【発明の効果】本発明によれば、複雑な形状をしている構造物モデルであっても、固定された拘束点と、固定されない他の点との間に任意な量の座標の移動（伸び）、回転を発生させて表示することにより、構造物モデルの拘束状態を視覚的に容易に確認することができる。また、拘束状態の確認を容易とすることにより、拘束条件の入力誤りを修正し、物理的な現象の解析に適切な拘束条件を与えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構造物モデルの拘束条件表示装置の一実施例である。

【図2】本発明の構造物モデルの拘束条件表示方法の実行手順を示す。

【図3】構造物モデルの形状及び座標格子図を示す。

【図4】座標格子に拘束条件をマークした三次元構造物の斜視図である。

【図5】図3における拘束点を固定し左方向（Y方向）に移動した場合の図である。

【図6】図3における拘束点を固定し上方向（Z方向）

(4)

特開平5-266150

5

6

に移動した場合の図である。

【図7】図3における拘束点を固定し下方向（-Z方向）に移動した場合の図である。

【図8】本発明の表示図形のデータ作成手順を示す。

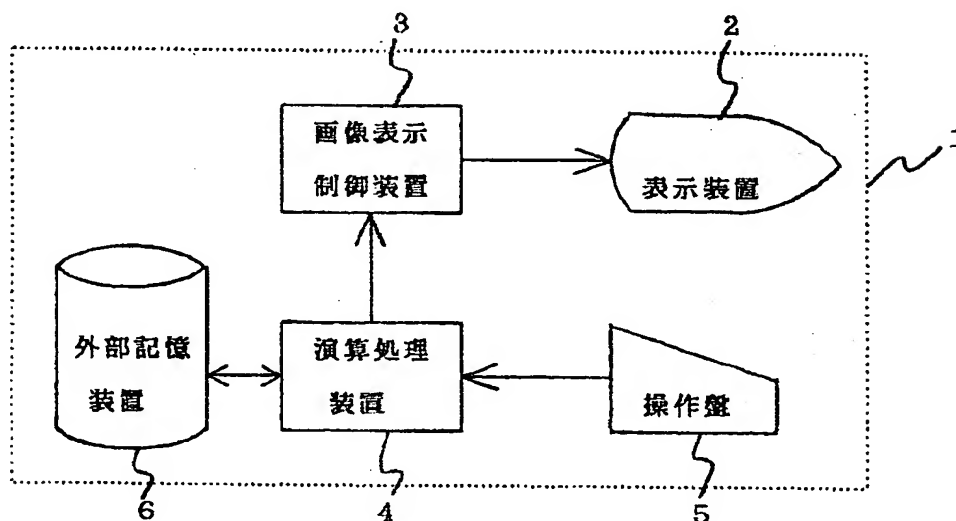
【符号の説明】

1 構造物モデルの拘束条件表示装置

- 2 表示装置
- 3 画像表示制御装置
- 4 演算処理装置
- 5 操作盤
- 6 外部記憶装置

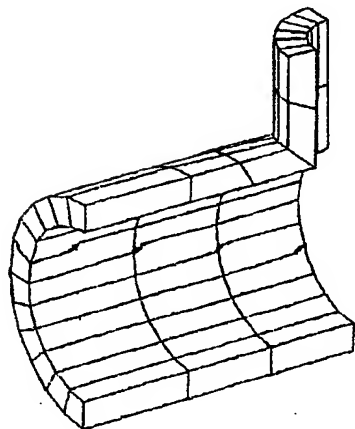
【図1】

拘束条件表示装置【図1】



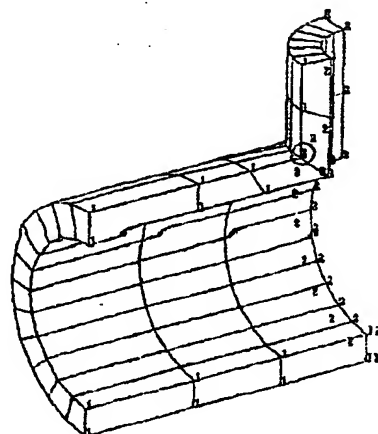
【図3】

座標格子図【図3】



【図4】

拘束条件をマークした図【図4】

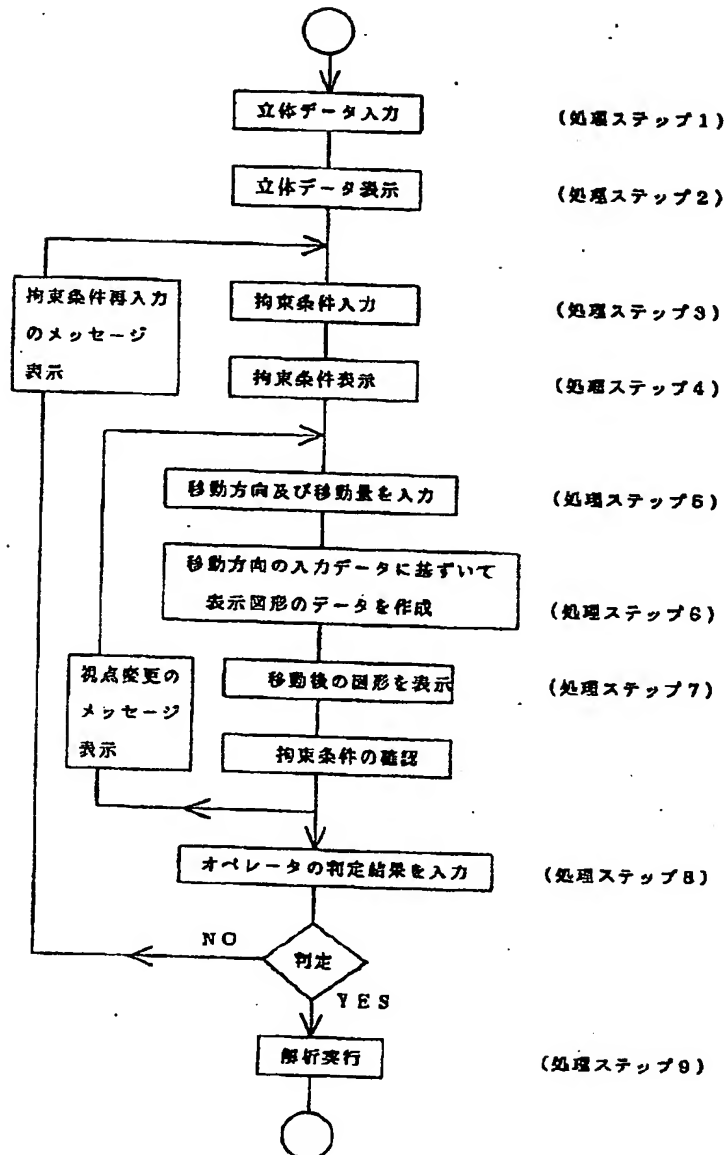


(5)

特開平5-266150

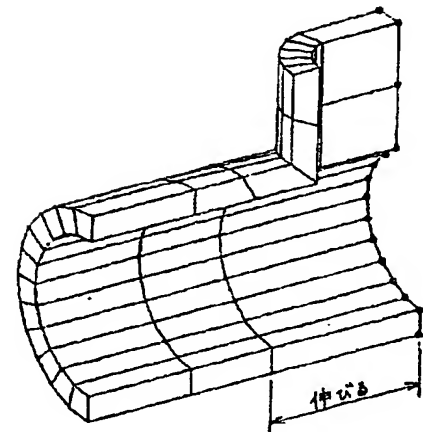
【図2】

## 解析実行手順【図2】



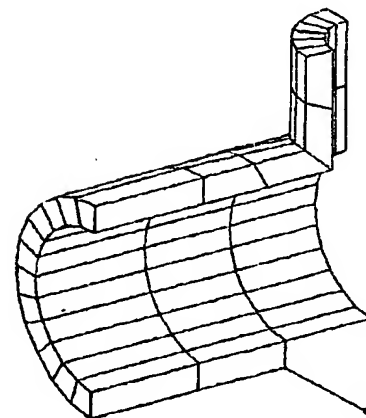
【図5】

左方向（Y方向）に移動した図【図5】



【図6】

上方向（Z方向）に移動した図【図6】

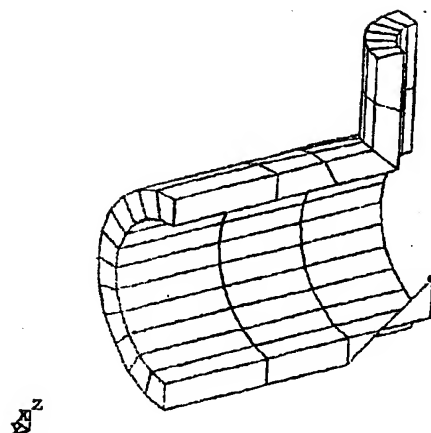


(6)

特開平5-266150

【図7】

下方向（-Z方向）に移した図【図7】



(7)

特開平5-266150

【図8】

表示図形のデータ作成手順【図8】

